

PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11)Publication number : 05-190129

(43)Date of publication of application : 30.07.1993

(51)Int.CI.

H01J 37/12

(21)Application number : 04-003849

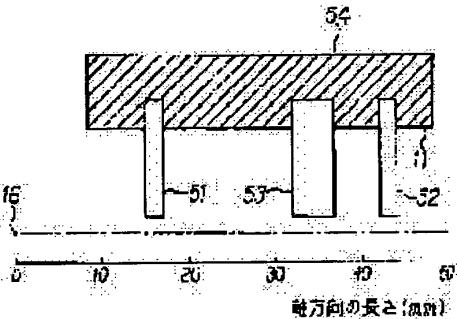
(71)Applicant : TOSHIBA CORP

(22)Date of filing : 13.01.1992

(72)Inventor : MIYOSHI MOTOSUKE
OKUMURA KATSUYA
YAMAZAKI YUICHIRO**(54) ELECTROSTATIC TYPE LENS****(57)Abstract:**

PURPOSE: To prevent the contamination due to the impurity of a sample and prevent charge-up by covering the inner wall of the holder of an electrostatic lens equipped with an insulative holder which supports an electrode, by a silicon carbide film.

CONSTITUTION: As for an electrostatic lens, the grounded electrodes 51 and 52 and a lens electrode 53 are supported by a holder 54. The holder 54 is formed by machining an insulative machinable ceramics to a cylindrical form and forming a silicon carbide film 11 on the inner wall. The film 11 is formed by the CVD method, and the film itself hardly contains impurity element, and impure gas is not liberated from the film 11. Accordingly, a sample is prevented from being contaminated by impurity, and the film possesses the conductivity due to high resistance, and stray electron is not piled up on the inner wall of the holder, and charge-up is prevented.

**LEGAL STATUS**

[Date of request for examination] 11.06.1993

[Date of sending the examiner's decision of rejection] 26.03.1996

[Kind of final disposal of application other than the examiner's decision of rejection or application converted registration]

[Date of final disposal for application]

[Patent number]

[Date of registration]

[Number of appeal against examiner's decision of rejection] 08-06252

[Date of requesting appeal against examiner's decision of rejection] 25.04.1996

[Date of extinction of right]

Copyright (C); 1998,2003 Japan Patent Office

*** NOTICES ***

Japan Patent Office is not responsible for any damages caused by the use of this translation.

- 1.This document has been translated by computer. So the translation may not reflect the original precisely.
- 2.**** shows the word which can not be translated.
- 3.In the drawings, any words are not translated.

CLAIMS

[Claim(s)]

[Claim 1] Said holder is an electrostatic type lens characterized by covering the wall with the silicon carbide film in the electrostatic type lens equipped with at least three electrodes and the insulating holder which supports said electrode.

[Claim 2] Said silicon carbide film is an electrostatic type lens according to claim 1 characterized by being formed in said wall of vapor growth.

[Claim 3] The electrostatic type lens according to claim 1 or 2 characterized by the additive for controlling conductivity being added by said silicon carbide film.

[Claim 4] Said additive is an electrostatic type lens according to claim 3 characterized by being nitrogen.

[Claim 5] The electrostatic type lens according to claim 1 to 4 with which energy of an electron beam is characterized by being set as 1.5 or less keVs.

[Translation done.]

* NOTICES *

Japan Patent Office is not responsible for any damages caused by the use of this translation.

- 1.This document has been translated by computer. So the translation may not reflect the original precisely.
- 2.**** shows the word which can not be translated.
- 3.In the drawings, any words are not translated.

DETAILED DESCRIPTION

[Detailed Description of the Invention]

[0001]

[Industrial Application] This invention relates to the electrostatic type lens used for an electron microscope, focused ion beam equipment, etc.

[0002]

[Description of the Prior Art] The electrostatic type lens has been used as a focusing lens in an electron gun, focused ion beam equipment, etc. It is thought that it comes to be further used instead of the electromagnetic lens in an electron microscope from now on also as a focusing lens of electron beam application equipment, especially the test equipment of a semiconductor device. An electrostatic type lens depends this on the improvement in an aberration property other than the formation of small lightweight being possible being expected in a low acceleration voltage field. Here, it is the reason that it is necessary that it is necessary to make it that a low acceleration voltage field poses a problem not receive a damage by electronic exposure in a semiconductor device and and to prevent the charge up.

[0003] The conventional electrostatic type lens had cross-section structure as shown in drawing 5 fundamentally. The structure of this lens is the easiest and, generally is called the AINTSUERU lens. It consists of the insulating material made from a ceramic, the holder 54 of the shape of a cylinder which supports an electrode is formed, and the electrode 51 of a cylindrical shape or a disk mold, the lens electrode 53, and the electrode 52 are formed in the interior. Both the electrodes 51 and 52 are maintained at ground potential, and the lens electrode 53 is maintained at the electronegative potential which forms lens electric field so that an electron may be converged. Bias of the cathode 55 located on the shaft of each lenses 51-53 is carried out to the electronegative potential equivalent to acceleration voltage, for example, when acceleration voltage is 1kV, it is -1kV.

[0004] There were the following problems in the conventional electrostatic type lens which has such a configuration.

[0005] A technical problem called mitigation of the charge up exists in an electrostatic type lens the 1st. The stray electron scattered about not only by the electron which passes the orbit within a shaft of the normal of the direction of an arrow head A but by the aperture which is not illustrated is in an electrostatic type lens. The pile up of this stray electron is carried out to the wall of a holder 54, and it will carry out the charge up of the holder 54. The electric field which should exist essentially and which do not come out occur by this, the focusing effectiveness of a lens is reduced, and an electronic orbit becomes unstable further. Such a phenomenon becomes remarkable by the case where electronic energy is low. However, in recent years, as mentioned above, an electrostatic type lens is in the inclination to be mostly used to inspection of a semiconductor device etc. When inspecting a semiconductor device, electronic energy must be made low and it is pressed for it by the need for the problem solving of the charge up so that a damage may not be given.

[0006] If the holder 54 holding a lens is a conductor, the pile up of the electron will not be carried out and the charge up will not happen. However, in order to hold the lens electrode 53 installed in the center to the high voltage, a holder 54 must be high resistance to some extent,

and cannot be used as a conductor.

[0007] There was a problem that the holder 54 which consists [2nd] of a ceramic polluted a sample. With an electrostatic type lens, as for the engine performance as a lens, it has effect with a big assembly precision of each electrodes 51-53 especially. And it depends for this assembly precision on the process tolerance of a holder 54. What has the workability processing precise originally is difficult for a ceramic, and good called Macina brucella MIKKU has come to be used.

[0008] However, many impurities are added by this Macina brucella MIKKU. This impurity is emitted as gas within the holder 54 currently maintained at the vacuum, adheres to a sample and is polluted. In order to raise especially a degree of vacuum and to bake a holder 54 generally, the phenomenon of the gas evolution of an impurity is accelerated further. As mentioned above, in recent years, an electrostatic type lens is used for inspection of a semi-conductor sample in many cases, and such contamination has posed a bigger problem.

[0009] The conventional electrostatic type lens had the problem that aberration was large in the 3rd. The parameter most important when evaluating the engine performance of a lens is an aberration coefficient. With an electrostatic type lens, aberration will be generated locally and the aberration of this part will opt for the engine performance of the whole lens. A chromatic-aberration multiplier is expressed with the electrostatic type lens using paraxial trajectory like (2) types so that a spherical-aberration multiplier may be the following (1) type.

[0010]

[Equation 1]

$$Cs = \frac{1}{16\sqrt{V(Z_0)}} \int_{Z_0}^{Z_i} \left\{ \left[\frac{5}{4} \left(\frac{V''}{V} \right)^2 + \frac{5}{24} \left(\frac{V'}{V} \right)^4 \right] r_a^4 + \frac{14}{3} \left(\frac{V'}{V} \right)^3 r_a' r_a^3 - \frac{3}{2} \left(\frac{V'}{V} \right)^2 r_a'^2 r_a^2 \right\} \sqrt{V dz}$$

..... (1)

$$Cc = \sqrt{V(Z_0)} \int_{Z_0}^{Z_i} \left(\frac{1}{2} \frac{V'}{V} r_a' + \frac{1}{4} \frac{V''}{V} r_a \right) \frac{r_a}{\sqrt{V}} dz$$

..... (2)

Here, it is Z_0 . And Z_i The location of the object surface of the direction of the Z-axis (medial axis), and the image surface, and r_a The potential distribution on the Z-axis, V' , and V'' of paraxial trajectory and V are the ground-floor differential of potential distribution, and first-floor differential, respectively.

[0011] It is ground-floor differential V' of potential so that more clearly than this formula (1) and (2). If a value is large, both a spherical-aberration multiplier and a chromatic-aberration multiplier will become large. This relation is shown in drawing 6 and drawing 7. The die length of the shaft orientations of a holder 54 and electrodes 51-53 is shown in drawing 6, and change of the shaft orientations of an electrical potential difference is shown in drawing 7. Here, electrodes 51 and 52 are used into touch-down potential, and 55 uses a lens electrode 53 as -811V and -1kV of cathodes. A focal distance is 73mm and a scale factor is 1.1. The spherical-aberration multiplier

C_{si} obtained on such conditions is 18588mm, and the chromatic-aberration multiplier C_{ci} is 230mm.

[0012] As shown in a formula (1) and (2), the part to which an integral child grows up is equivalent to the part which each aberration generates. And that an integral child grows up is a part where change of potential is large. As shown in drawing 8, the location where the absolute value of the integral child of the spherical aberration in a formula (1) becomes the largest is in agreement with the location where potential is changing. Similarly, as shown in drawing 9, the integral child of the chromatic aberration in a formula (2) grows up in the location where potential changes a lot. This means aberration occurring in the part and dropping the engine performance of the whole lens on the lens which has the structure where change of potential takes place rapidly.

[0013] So, what was going to make small the difference of the electrical-potential-difference value impressed to each lens electrode using many lens electrodes, and was going to smooth change of potential more is proposed by the conventional lens (bibliography: M.Szilagyi and L.Szep, "Optimum design of electrostatic lenses", J.Vac.Sci.Technol, B6 (3), May/Jun 1988, pp 953-957).

[0014] however, such — many — the number of electrodes increases the thing using several lenses. The electrode of 12 sheets is needed in what is depended on above-mentioned reference. Consequently, complication of structure and increase of a manufacturing cost were caused and the problem of being scarce was in practicality.

[0015] Moreover, in order to smooth change of potential, enlarging the bore of a lens was also considered. However, if a bore becomes large, the dimension of a electron optics lens-barrel will become large. As for the purpose using an electrostatic type lens, it is very disadvantageous that are in the point miniaturized rather than the conventional electromagnetic lens, and a dimension becomes large.

[0016]

[Problem(s) to be Solved by the Invention] As mentioned above, the charge up occurred, it had the bad influence on the electronic orbit, and the conventional electrostatic type lens had contamination of a sample, and various kinds of problems that aberration could not be reduced, attaining a miniaturization further.

[0017] This invention aims at reduction of the charge up, the pollution control of a sample, and offer of the electrostatic type lens which can attain an improvement of aberration in view of the above-mentioned situation.

[0018]

[Means for Solving the Problem] The electrostatic type lens of this invention is an electrostatic type lens equipped with at least three electrodes and the insulating holder which supports said electrode, and said holder is characterized by covering the wall with the SiC film.

[0019] Said SiC film may be formed in said wall of vapor growth here.

[0020] The additive for controlling conductivity can also be added on said SiC film.

[0021] As said additive, nitrogen may be added on the SiC film.

[0022] When making a semiconductor device into a sample, it is desirable to set the energy of an electron beam as 1.5 or less keVs.

[0023]

[Function] Since the SiC film which has covered the wall of a holder has thermal resistance in itself, hardly including an impurity, it can bear baking in an elevated temperature. For this reason, it is prevented that a sample is polluted with an impurity.

(19)日本国特許庁 (JP)

(12) 公開特許公報 (A)

(11)特許出願公開番号

特開平5-190129

(43)公開日 平成5年(1993)7月30日

(51)Int.Cl.⁵

H 0 1 J 37/12

識別記号

府内整理番号

9069-5E

F I

技術表示箇所

審査請求 未請求 請求項の数5(全7頁)

(21)出願番号

特願平4-3849

(22)出願日

平成4年(1992)1月13日

(71)出願人 000003078

株式会社東芝

神奈川県川崎市幸区堀川町72番地

(72)発明者 三好元介

神奈川県川崎市幸区堀川町72番地 株式会
社東芝堀川町工場内

(72)発明者 奥村勝弥

神奈川県川崎市幸区小向東芝町1 株式会
社東芝多摩川工場内

(72)発明者 山崎裕一郎

神奈川県川崎市幸区堀川町72番地 株式会
社東芝堀川町工場内

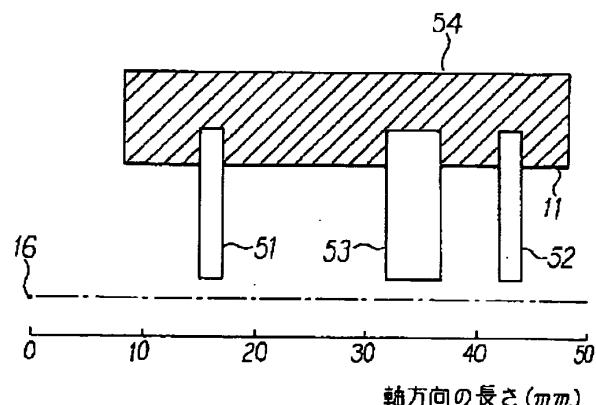
(74)代理人 弁理士 佐藤一雄 (外3名)

(54)【発明の名称】 静電型レンズ

(57)【要約】

【目的】 チャージアップを低減し、試料が汚染される
のを防止し、さらに収差を改善する。

【構成】 少なくとも三つの電極51, 52, 53と、
電極51～53を支持する絶縁性のホルダ54とを備
え、このホルダ54は内壁がシリコンカーバイド膜11
で被覆されている。



【特許請求の範囲】

【請求項1】少なくとも三つの電極と、前記電極を支持する絶縁性のホルダとを備えた静電型レンズにおいて、前記ホルダは、内壁がシリコンカーバイド膜で被覆されていることを特徴とする静電型レンズ。

【請求項2】前記シリコンカーバイド膜は、気相成長法により前記内壁に形成されていることを特徴とする請求項1記載の静電型レンズ。

【請求項3】前記シリコンカーバイド膜には、導電性を制御するための添加物が添加されていることを特徴とする請求項1又は2記載の静電型レンズ。

【請求項4】前記添加物は、窒素であることを特徴とする請求項3記載の静電型レンズ。

【請求項5】電子ビームのエネルギーが、1.5 keV以下に設定されていることを特徴とする請求項1ないし4のいずれかに記載の静電型レンズ。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【産業上の利用分野】本発明は、電子顕微鏡や集束イオンビーム装置等に用いられる静電型レンズに関するものである。

【0002】

【従来の技術】静電型レンズは、電子銃や集束イオンビーム装置等において集束レンズとして用いられてきた。今後は、さらに電子顕微鏡における電磁レンズに代わり、電子ビーム応用装置、特に半導体デバイスの検査装置の集束レンズとしても用いられるようになると考えられる。これは、静電型レンズは小型軽量化が可能であることの他に、低加速電圧領域では収差特性の向上が見込まれることによる。ここで、低加速電圧領域が問題となるのは、半導体装置では電子の照射によりダメージを受けないようにする必要があること、またチャージアップを防止する必要があることがその理由である。

【0003】従来の静電型レンズは、基本的には図5に示されるような断面構造を有していた。このレンズの構造は最も簡単なもので、一般にAINツェルレンズと呼ばれている。セラミック製の絶縁物から成り、電極を支持する円筒状のホルダ54が設けられ、その内部に円筒形または円盤型の電極51、レンズ電極53、及び電極52が設けられている。電極51及び52は共にアース電位に保たれ、レンズ電極53は電子を集束するようにレンズ電界を形成する負の電位に保たれている。各レンズ51～53の軸上に位置したカソード55は、加速電圧に相当する負の電位にバイアスされており、例えば加速電圧が1kVの場合は-1kVとなっている。

【0004】このような構成を有する従来の静電型レン

ズには、次のような問題があった。

【0005】第1に、静電型レンズにはチャージアップの軽減という課題が存在する。静電型レンズ内には、矢印Aの方向の正規の軸内軌道を通過する電子のみならず、図示されていないアーチャ等で散乱される迷走電子がある。この迷走電子は、ホルダ54の内壁にパイルアップしていき、ホルダ54をチャージアップさせることになる。これにより、本来存在すべきでない電界が発生してレンズの集束効果が低減され、さらには電子の軌道が不安定になる。このような現象は、電子のエネルギーが低い場合により顕著となる。ところが近年では、上述したように静電型レンズは半導体装置の検査等に多く用いられる傾向にある。半導体装置を検査する場合には、ダメージを与えないように電子のエネルギーは低くしなければならず、チャージアップの問題解決の必要性にせまられている。

【0006】レンズを保持するホルダ54が導電体であれば、電子はパイルアップせずチャージアップは起こらない。しかし、中央に設置されたレンズ電極53を高電圧に保持するためには、ホルダ54はある程度高抵抗でなければならず、導電体にすることはできない。

【0007】第2に、セラミックから成るホルダ54が試料を汚染するという問題があった。静電型レンズでは、レンズとしての性能は特に各電極51～53の組み立て精度が大きな影響を与える。そしてこの組み立て精度は、ホルダ54の加工精度に依存する。セラミックは、本来精密な加工が難しく、マシナブルセラミックと称される加工性の良いものが用いられるに至っている。

【0008】しかし、このマシナブルセラミックには多くの不純物が添加されている。この不純物は、真空中に保たれているホルダ54内でガスとして放出され、試料に付着して汚染する。特に真密度を高めるために、一般にホルダ54をベーキングするため、不純物のガス放出という現象はさらに加速される。上述したように、近年では静電型レンズは半導体試料の検査に用いられることが多く、このような汚染はより大きな問題となってきた。

【0009】第3に、従来の静電型レンズは収差が大きいという問題があった。レンズの性能を評価する上で、最も重要なパラメータは収差係数である。静電型レンズでは、収差は局部的に発生し、この部分の収差がレンズ全体の性能を決定することになる。近軸軌道を用いた静電型レンズでは、球面収差係数は次の(1)式のようであり、色収差係数は(2)式のように表される。

【0010】

【数1】

$$C_s = \frac{1}{16\sqrt{V(Z_0)}} \int_{Z_0}^{Z_1} \left\{ \left[\frac{5}{4} \left(\frac{V''}{V} \right)^2 + \frac{5}{24} \left(\frac{V'}{V} \right)^4 \right] r_a^4 \right.$$

$$\left. + \frac{1}{3} \left(\frac{V'}{V} \right)^3 r_a' r_a^3 - \frac{3}{2} \left(\frac{V'}{V} \right)^2 r_a'^2 r_a^2 \right\} \sqrt{V} dz$$

..... (1)

$$C_c = \sqrt{V(Z_0)} \int_{Z_0}^{Z_1} \left(\frac{1}{2} \frac{V'}{V} r_a' + \frac{1}{4} \frac{V''}{V} r_a \right) \frac{r_a}{\sqrt{V}} dz$$

..... (2)

ここで、 Z_0 及び Z_1 は Z 軸（中心軸）方向の物面及び像面の位置、 r_a は近軸軌道、 V は Z 軸上の電位分布、 V' 、 V'' はそれぞれ電位分布の一階微分、二階微分である。

【0011】この式（1）及び（2）より明らかなるように、電位の一階微分 V' の値が大きいと、球面収差係数及び色収差係数は共に大きくなる。この関係を、図6及び図7に示す。図6には、ホルダ54及び電極51～53の軸方向の長さが示され、図7には電圧の軸方向の変化が示されている。ここで、電極51及び52は接地電位、レンズ電極53は-811V、カソード55は-1kVとする。焦点距離は73mm、倍率は1.1である。このような条件で得られる球面収差係数 C_{si} は 185.88mm、色収差係数 C_{ci} は 230mm である。

【0012】式（1）及び（2）からわかるように、積分子が大きくなる部分が各々の収差が発生する箇所に相当する。そして積分子が大きくなるのは、電位の変化が大きい箇所である。図8に示されるように、式（1）における球面収差の積分子の絶対値が最も大きくなる位置は、電位が変化している位置と一致している。同様に、図9にあるように式（2）における色収差の積分子は、電位が最も大きく変化する位置で大きくなっている。このことは、電位の変化が急激に起こるような構造を有するレンズでは、その箇所において収差が発生しレンズ全体の性能を落とすことを意味する。

【0013】そこで従来のレンズには、多数のレンズ電極を用いて各レンズ電極に印加する電圧値の差を小さくし、より電位の変化を滑らかにしようとしたものが提案されている（参考文献：M. Szilagyi and L. Szep, "Optimum design of electrostatic lenses", J. Vac. Sci. Techno-

1, B6(3), May/Jun 1988, pp953-957)。

【0014】しかし、このような多数枚のレンズを用いたものは、電極の数が増加する。上述の文献によるものでは、12枚の電極を必要とする。この結果、構造の複雑化や製造コストの増大を招き、実用性に乏しいという問題があった。

【0015】また、電位の変化を滑らかにするため、レンズの内径を大きくすることも考えられていた。しかし、内径が大きくなると電子光学鏡筒の外形寸法が大きくなる。静電型レンズを用いる目的は、従来の電磁レンズよりも小型化される点にあり、寸法が大きくなることは極めて不利である。

【0016】

【発明が解決しようとする課題】以上のように、従来の静電型レンズは、チャージアップが発生し電子の軌道に悪影響を及ぼしたり、試料の汚染、さらには小型化を図りつつ収差を低減することができないといった各種の問題を抱えていた。

【0017】本発明は上記事情に鑑み、チャージアップの低減、試料の汚染防止、収差の改善を達成し得る静電型レンズの提供を目的とする。

【0018】

【課題を解決するための手段】本発明の静電型レンズは、少なくとも三つの電極と、前記電極を支持する絶縁性のホルダとを備えた静電型レンズであって、前記ホルダは内壁がSiC膜で被覆されていることを特徴としている。

【0019】ここで前記SiC膜は、気相成長法により前記内壁に形成されていてもよい。

【0020】前記SiC膜には、導電性を制御するため

の添加物を添加することもできる。

【0021】前記添加物として、窒素をSiC膜に添加してもよい。

【0022】半導体装置を試料とする場合は、電子ビームのエネルギーが1.5keV以下に設定されているのが望ましい。

【0023】

【作用】ホルダの内壁を被覆しているSiC膜は、それ自体不純物を殆ど含まず、また耐熱性があるため、高温でのベーキングに耐えることができる。このため、試料が不純物によって汚染されるのが防止される。また、SiC膜は高抵抗の導電性を有しており、迷走電子がホルダの内壁にパイルアップせず、チャージアップを防止することができ、電子の軌道を安定させることができる。さらに、電極が高抵抗で相互接続された状態となり、滑らかな電位分布が得られ収差が改善される。

【0024】ここで、SiC膜を気相成長法により形成した場合には、重金属等の不純物が含有されるのを防止し、さらに高温で長時間放置された場合にもホルダの下地から不純物が拡散されるのを防ぐことができる。

【0025】SiC膜に導電性を制御する添加物を添加した場合には、球面収差に影響を与える電極間の電位分布を所望のスロープに変えることができる。

【0026】半導体装置を試料とする場合は、電子のエネルギーを1.5keVにすることで損傷を与えずに済む。

【0027】

【実施例】以下、本発明の一実施例について図面を参照して説明する。

【0028】図1に、本実施例による静電型レンズの断面構造を示す。図5に示された従来の静電型レンズと同様に、接地された電極51及び52と、レンズ電極53とがホルダ54により支持されている。レンズ電極53には、レンズ電界を形成するために例えば-900Vの負電圧が印加されている。

【0029】ホルダ54は、絶縁性のマシーナブルセラミックを円筒状に加工したもので、その内壁には、シリコンカーバイド（以下、SiCと称する）がコーティングされて、約10μmの厚さのSiC膜11が形成されている点に特徴がある。コーティングは、例えば気相成長（CVD）法を用いて行うことができる。

【0030】SiCは、クロロシラン（(CH₃)₂SiCl₃）を熱分解することで得ることができる。CVD法により形成されたSiC膜11は、NaやK等のアルカリ金属、あるいはFe等の重金属等のような半導体装置にとって問題となる不純物元素をほとんど含有していない。具体的にSiC膜11中の不純物濃度を測定したところ、Naは2ppb以下、Kは60ppb以下、Feは35ppb以下であった。

【0031】このように、SiC膜11はそれ自体不純

物を全くといってよいほど含有していない。よって、SiC膜11からの不純物ガスの放出はない。

【0032】また、SiC膜11は耐熱性が高く、ホルダ54をベーキングする場合にも高温に耐えることができる。SiC膜11は高温で長時間放置した場合にも、下地となるマシーナブルセラミックからのガス放出や不純物の発生をブロックする作用もある。例えば、摂氏1300度でFeの不純物拡散係数を測定すると、6.5×10⁻¹⁶m²/sであった。

【0033】SiC膜11は高抵抗の導電性を有している。抵抗値は、約100kオーム・cmである。ホルダ54の内壁が導電性を有することで、迷走電子がパイルアップしてチャージアップが起こるのを防止することができる。さらに、電極51～53が相互に高抵抗で接続された状態となり、滑らかな電極51～53間の電位分布が得られる。これにより、収差を抑制することができる。ここで、SiC膜11の抵抗値を制御することも可能である。例えば、SiC膜11をCVD法で形成するときに、少量の窒素を添加することで抵抗値は変化する。この窒素の添加量を変えることで、SiC膜11の抵抗値を所望の値に設定することができる。

【0034】図2の実線22に、本実施例の静電型レンズにおける中心軸上の電位分布をシミュレーションした結果を示す。ここで、電極51及び52は接地電位であり、レンズ電極53は+100V、カソード16は0Vとして計算している。また、焦点距離は73mmで倍率は1.1であり、いずれも上述した従来の静電型レンズと同一条件とした。この図2の実線21に、図7を用いて上述した従来の静電型レンズにおける電位分布を示す。本実施例における電位分布は、従来の場合よりもレンズ電極53が形成する電界のスロープが滑らかになっていることがわかる。

【0035】さらに、本実施例における球面収差積分子及び色収差積分子と、従来の静電型レンズにおける球面収差積分子及び色収差積分子とを比較した結果を、図3及び図4にそれぞれ対比して示す。ここで、本実施例における球面収差積分子は図3における実線31、従来の場合の球面収差積分子は実線32のように表され、本実施例の色収差積分子は図4における実線41、従来の場合の色収差積分子は実線42のようである。図3より、本実施例は球面収差積分子のピーク値が、従来の場合よりも大幅に減少していることがわかる。このピーク値の減少は、電極51とレンズ電極53との間の電界の分布が滑らかになっていることに対応している。また、図4から本実施例の色収差積分子のピーク値は、球面収差積分子ほどではないが従来の場合よりも減少している。

【0036】そして、本実施例における像面側の球面収差C_{si}を求める16280mmであり、色収差C_{ci}は242mmであった。従来の静電型レンズでは、球面収差C_{si}が18588mmで色収差C_{ci}が230mmであった。よ

って、本実施例は球面収差で約12%減少し、色収差で約5%増加しており、総合的に比較すると収差を低減する効果が得られている。ここで、球面収差を減少させる効果がより大きく得られたのは、球面収差は電位分布のスロープに大きく依存するためであり、逆に色収差は必ずしも電位分布に依存するとは限らない。

【0037】上述した実施例は一例であり、本発明を限定するものではない。例えば、電極の数は3つ以上であってもよく、SiC膜の形成はCVD法に限らず、ホルダの内壁をSiCで被覆させることができればよい。

【0038】

【発明の効果】以上説明したように本発明の静電型レンズは、ホルダの内壁がSiC膜で被覆されており、試料が不純物によって汚染されるのが防止され、また高抵抗の導電性を有するSiC膜により迷走電子がホルダの内壁にパイルアップしチャージアップが起こるのを防止することができ、電子の軌道を安定させることができる。また、電極が高抵抗のSiC膜で相互に接続された状態となるため、滑らかな電位分布が得られ収差が改善される。

【図面の簡単な説明】

【図1】本発明の一実施例による静電型レンズの構成を

示した縦断面図。

【図2】同静電型レンズにおける中心軸上の電圧分布を示したグラフ。

【図3】同静電型レンズにおける中心軸上の球面収差積分子の分布を示したグラフ。

【図4】同静電型レンズにおける中心軸上の色収差積分子の分布を示したグラフ。

【図5】従来の静電型レンズの構成を示した縦断面図。

【図6】同静電型レンズの中心軸に沿った構造を示した縦断面図。

【図7】同静電型レンズの中心軸上の電位分布を示したグラフ。

【図8】同静電型レンズにおける中心軸上の球面収差積分子の分布を示したグラフ。

【図9】同静電型レンズにおける中心軸上の色収差積分子の分布を示したグラフ。

【符号の説明】

11 SiC膜

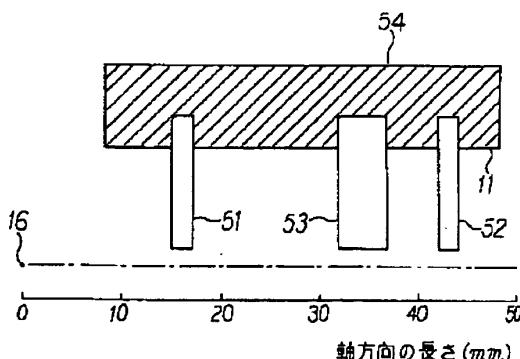
16, 55 カソード

51, 52 電極

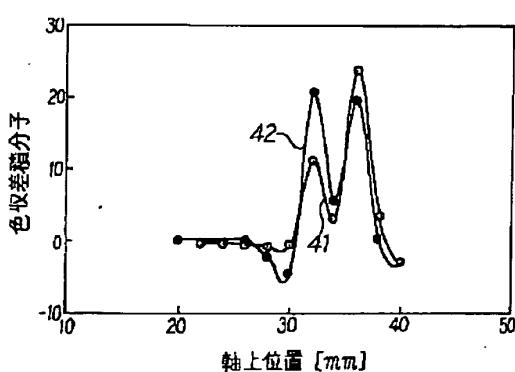
53 レンズ電極

54 ホルダ

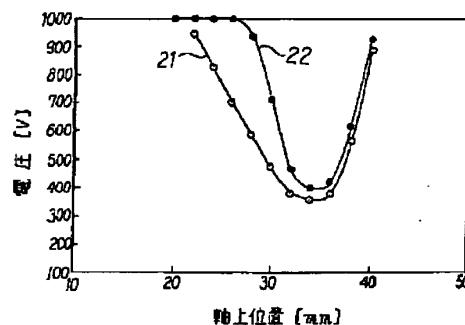
【図1】



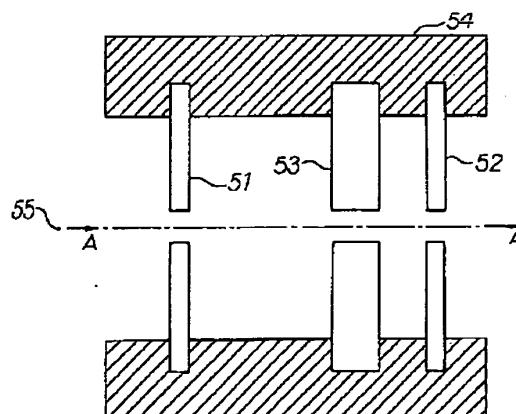
【図4】



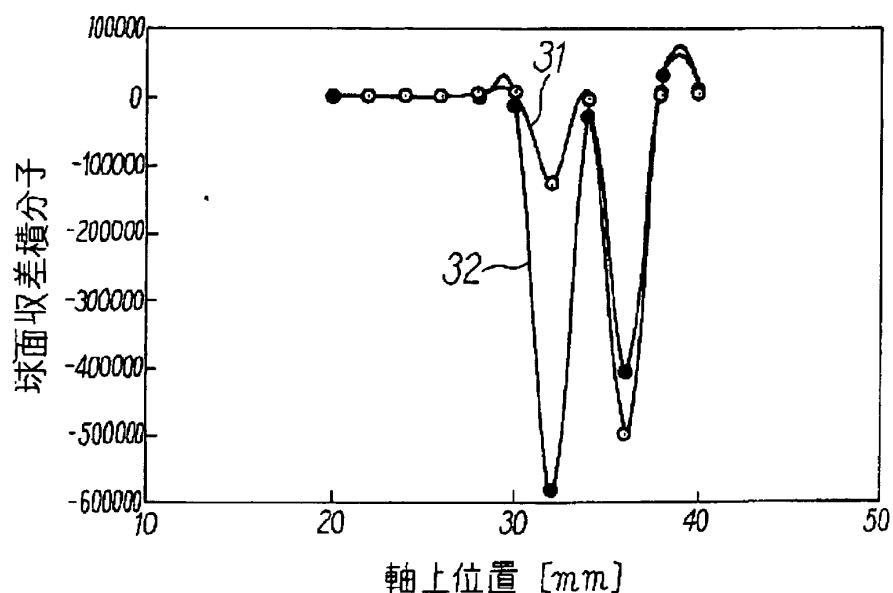
【図2】



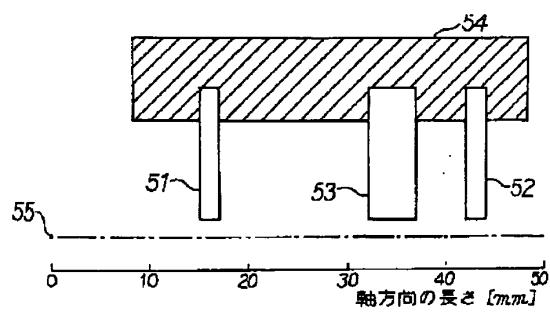
【図5】



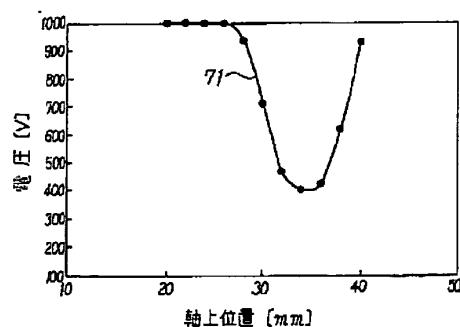
【図3】



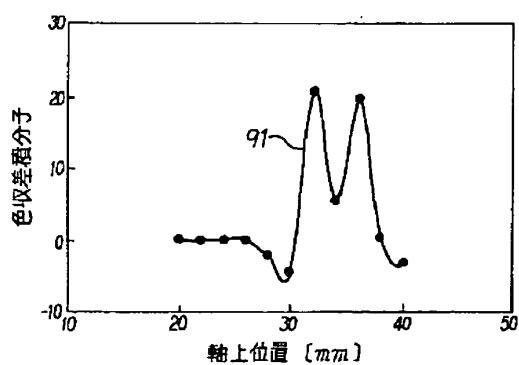
【図6】



【図7】



【図9】



【図8】

